饲粮碘添加水平对五龙鹅生长性能、屠宰性能、养分利用率及氮代谢的影响[1]

徐燕红[1]　李星晨[1]　王宝维[2]　葛文华[2]　王晓伟[3]　李文立[1,2*]

（1.青岛农业大学动物科技学院，青岛 266109；2.青岛农业大学优质水禽研究所，青岛 266109；3.山东省莱阳市畜牧兽医局，莱阳 265200）

摘　要：本试验旨在研究饲粮碘添加水平对五龙鹅生长性能、屠宰性能、养分利用率及氮代谢的影响，以确定五龙鹅饲粮中适宜的碘添加水平。选择 4 周龄健康五龙鹅 360 只，随机分成 6 组，每组 6 个重复，每个重复 10 只。I组为对照组，饲喂不添加碘的基础饲粮；试验组（Ⅱ~Ⅵ组）分别饲喂在基础饲粮中添加 0.15、0.30、0.60、1.20、2.40 mg/kg 碘的试验饲粮。试验期 12 周。结果表明：III组的平均日增重显著或极显著高于I、II、V、VI组(P<0.05 或 P<0.01)，III组的平均日采食量显著高于I、II、IV、Ⅵ组(P<0.05)，III组的料重比显著或极显著低于I、II、V组(P<0.05 或 P<0.01)。2）III组的屠宰率、半净膛率、全净膛率均极显著高于试验I组(P<0.01)，III组的胸肌率显著高于I、IV、V、VI组(P<0.05)，III组的腿肌率显著或极显著高于I、II、V、VI组(P<0.05 或 P<0.01)，IV组的腹脂率显著或极显著低于I、Ⅱ、Ⅵ组(P<0.05 或 P<0.01)。3）III组的粗蛋白质利用率显著或极显著高于I、II、V、VI组(P<0.05 或 P<0.01)，III组的粗脂肪、粗灰分利用率均显著或极显著高于I、V、VI组(P<0.05 或 P<0.01)，III组的钙利用率显著或极显著高于I、VI组(P<0.05 或 P<0.01)，III组的磷利用率显著或极显著高于I、V、VI组(P<0.05 或 P<0.01)，III组的中性洗涤纤维利用率显著高于I组(P<0.05)，III组的酸性洗涤纤维利用率显著或极显著高于I、V、VI组(P<0.05 或 P<0.01)。4）III组的沉积氮和沉积效率均显著或极显著高于I、II、VI组(P<0.05 或 P<0.01)。由此可见，饲粮中添加碘可提高五龙鹅生长性能、屠宰性能和养分利用率，5~16 周龄五龙鹅饲粮中碘的适宜添加水平为 0.30 mg/kg。

关键词：碘；鹅；生长性能；屠宰性能；养分利用率

中图分类号：S835

机体中 70%~80%的碘（iodine，I）存在于甲状腺中，碘是合成甲状腺激素的主要原料，是动物必需的微量元素。碘在提高基础代谢率、促进生长发育、增强免疫功能和保障繁殖机能等各个方面有重要作用[1-2]。王宗元[3]研究发现，幼龄动物如果长期摄入碘不足，会导致生长发育障碍，甚至会出现中枢神经系统机能障碍，导致呆小症。邴于明等[4-5]研究发现，饲

收稿日期：2018-05-10
项目项目：国家水禽技术产业体系（CARS-43-11）
作者简介：徐燕红（1994-），女，山东东营人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: 814507952@qq.com
*通信作者：李文立，教授，硕士生导师，E-mail: wlli@qau.edu.cn

粮中添加 0.70 mg/kg 碘组肉仔鸡 6 周龄体重显著高于饲粮中添加 0.35 mg/kg 碘组，此时的饲料转化效率最高，碘添加水平还可以影响组织中硒沉积和含硒酶活性。许斌等[6]研究发现，奶牛饲粮中添加 0.41 mg/kg 碘可提高奶牛繁殖性能和生长性能。刘汉中等[7]和杨国忠等[8]研究发现，分别在生长兔和肉兔饲粮中添加 0.1 和 0.8 mg/kg 碘，均可以显著提高肉兔的平均日增重(average daily gain, ADG)。申垒等[9]研究表明，饲粮添加 0.8 mg/kg 碘对獭兔的后腿肌肉率有显著影响，对前腿肌肉率有极显著影响。

目前对鸡、兔、牛等动物碘添加水平的研究较多，但对鹅碘添加水平的研究较少且不统一。NRC(1984)推荐雏鹅和生长鹅对碘的需要量为 0.35 mg/kg，种鹅对碘的需要量为 0.3 mg/kg；前苏联畜牧科学研究所(1985)建议的鹅对碘的需要量为 0.7 mg/kg；澳大利亚（1976）商品肉鹅的饲养标准推荐碘的需要量为 0.42 mg/kg。我国尚无鹅的饲养标准。本实验室前期试验研究了饲粮碘添加水平对 1～4 周龄五龙鹅生长性能、屠宰性能等的影响，发现饲粮添加 0.4 mg/kg 碘极显著提高了半净膛率、全净膛率、胸肌率，显著提高了屠宰率、腿肌率[10]。为进一步研究碘对五龙鹅生长后期生长性能的影响，本试验以 5~16 周龄五龙鹅为研究对象，研究饲粮碘添加水平对其生长性能、屠宰性能、养分利用率和氮代谢的影响，以确定 5~16 周龄五龙鹅饲粮碘的适宜添加水平，旨在为我国鹅的饲养标准和鹅养殖业的规模化和健康发展奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料及饲粮

试验用碘源为碘化钾(KI)，有效含量为 99%，购自青岛普兴生物科技有限公司。

基础饲粮参照 NRC(1994)饲养标准和中国饲粮营养成分表配制，以玉米和豆粕为主要原料，玉米秸秆为纤维源，基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet （air-dry basis） %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	61.97
豆粕 Soybean meal	22.00
鱼粉 Fish meal	1.50
次粉 Wheat middling	4.00
玉米秸秆 Corn straw	8.00

磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.78
石粉 $CaCO_3$	0.95
胆碱 Choline	0.10
食盐 NaCl	0.30
微量元素 Trace elements	0.30
多维 Multivitamin	0.10
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels	
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.29
粗蛋白质 CP	16.30
粗纤维 CF	4.98
钙 Ca	0.70
有效磷 AP	0.45
赖氨酸 Lys	0.82
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.53
碘 I/(mg/kg)	0.02

微量元素和多维为每千克饲粮提供 Trace elements and multivitamin provided the following per kg of the diet: VA 1 500 IU，VD_3 200 IU，VE 12.5 mg，VB_1 2.2 mg，VB_2 5.0 mg，烟酸 niacin 65 mg，泛酸 pantothenate 15 mg，VB_6 2 mg，生物素 biotin 0.2 mg，叶酸 folic acid 0.5 mg，Fe 85 mg，Cu 5 mg，Mn 80 mg，Zn 80 mg，Se 0.42 mg，Co 2.5 mg。

1.2 试验动物及设计

选择 28 日龄健康五龙鹅 360 只，随机分成 6 组，每组 6 个重复，每个重复 10 只，公母各占 1/2，同性别之间体重无显著差异（P<0.05）。Ⅰ组为对照组，饲喂不添加碘的基础饲粮；试验组（Ⅱ~Ⅵ组）分别饲喂在基础饲粮中添加 0.15、0.30、0.60、1.20、2.40 mg/kg 碘的试验饲粮。试验期 12 周。

1.3 饲养管理

饲养试验开始前对育成舍及料盘进行高压冲洗和烧碱水喷雾消毒，然后用 10%福尔马林溶液和高锰酸钾（每 1 m^3 加 28 mL 福尔马林，14 g 高锰酸钾）熏蒸，密闭门窗 24 h。1 周后开始试验。试验期鹅采用地面铺垫料平养，全期自由饮水和采食。试验期为 5~16 周龄，共 12 周。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 生长性能指标

试验开始和结束时分别以重复为单位空腹称重，计算各组的平均始重（average initial weight, AIW）和平均末重（average final weight, AFW）。每天记录喂料量、剩料量等数据，统计饲料采食量；每天观察鹅的健康状况，记录各组死亡及淘汰情况。根据上述数据计算

5~16 周龄鹅的 ADG、平均日采食量(average daily feed intake, ADFI)和料重比(feed/gain, F/G)。

1.4.2　屠宰性能的测定

于 16 周龄末，每个重复随机选取 2 只鹅，公母各 1 只，共 72 只。屠宰前禁食 12 h 后称重，翅静脉采血后进行屠宰，分别测定屠体重、半净膛重、全净膛重、腹脂重、胸肌重和腿肌重，并计算屠宰率、全净膛率、半净膛率、腹脂率、腿肌率和胸肌率 6 项屠宰性能指标。测定方法参照《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》（NY/T 823-2004）

屠体重：试验鹅放血，去除羽毛、趾、喙角质层的重量；半净膛重：屠体重除去气管、食道、嗉囊、肌胃内容物、角质膜、肠、脾脏、胰脏、胆及生殖器官后的重量；全净膛重：半净膛重减去心脏、腹脂、胃、肝脏的重量；腿肌重：左右两侧大小腿肌的重量；胸肌重：左右两侧胸大肌、胸小肌和第三胸肌的重量。

屠宰性能指标的计算公式如下：

屠宰率（%）=（屠体重/宰前活重）×100；

半净膛率（%）=（半净膛重/宰前活重）×100；

全净膛率（%）=（全净膛重/宰前活重）×100；

胸肌率（%）=（两侧胸肌重/全净膛重）×100；

腿肌率（%）=（两侧腿肌重/全净膛重）×100；

腹脂率（%）=[腹脂重/（腹脂重+全净膛重）]×100。

1.4.3　养分利用率和氮代谢相关指标的测定

养分利用率通过代谢试验测定。第 15 周龄最后 1 天，每个重复选取 1 只健康公鹅，每组 6 只，共 36 只。将试验鹅移入代谢笼内进行饲养，试验预试期 3 d，禁食 1 d，正试期 3 d，采用自由饮水和定量喂食的原则，每天定量喂食 120 g 饲粮。试验最后 1 天采用全收粪法收集 3 d 的粪便，将粪便中杂物用镊子取出，滴加 10%的盐酸固氮，充分混匀后于 65~75 ℃的烘箱中烘干，在自然状态下回潮 24 h，用小型粉碎机粉碎，制成待测样品。

采用 GB/T 6438-1992 的方法测定粗灰分含量，采用 GB/T 6432-1994 的方法测定粗蛋白质含量，采用 GB/T 6433-2006 的方法测定粗脂肪含量，采用 GB/T 6436-2002 的方法测定钙含量，采用 GB/T 6437-2002 的方法测定磷含量，采用 GB/T 20806-2006 的方法测定中性洗涤纤维含量，采用 NY/T 1459-2007 的方法测定酸性洗涤纤维含量。

氮代谢相关指标计算公式如下：

沉积氮=食入氮-排泄物氮；

氮沉积效率（%）=（沉积氮/食入氮）×100。

1.5　数据处理及统计分析

采用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)，LSD 法进行多重比较。试验数据以“平均值±标准差”表示。P<0.05 和 P<0.01 分别为差异显著和极显著水平。

2　结　果

2.1　饲粮碘添加水平对五龙鹅生长性能的影响

由表 2 可知，随着饲粮碘添加水平的增加，5~16 周龄五龙鹅的 ADG 先升高后降低；III组的 ADG 最高，极显著高于I、VI组(P<0.01)，分别提高了 11.91、7.74 g/d；显著高于II、V组(P<0.05)，分别提高了 6.16、6.35 g/d。III组的 ADFI 最高，显著高于I、II、IV、VI组(P<0.05)，分别提高了 45.30、24.49、27.04、26.50 g/d，与V组差异不显著(P>0.05)；其他各组之间差异均不显著(P>0.05)。III组的 F/G 最低，极显著低于II组(P<0.01)，降低了 7.48%；显著低于I、V组(P<0.05)，分别降低了 6.37%和 6.19%，与IV、VI组差异不显著(P>0.05)。

表 2　饲粮碘添加水平对五龙鹅生长性能的影响

Table 2　Effects of dietary iodine supplemental level on growth performance of *Wulong* geese

组别 Groups	平均始重 AIW/g	平均末重 AFW/g	平均日增重 ADG/(g/d)	平均日采食量 ADFI/(g/d)	料重比 F/G
I	1 143.21±89.50	3 759.81±198.60[a]	31.15±3.96[a]	154.96±12.46[a]	5.02±0.17[bc]
II	1 152.56±90.25	4 252.18±210.15[bc]	36.90±1.57[bc]	175.77±11.81[a]	5.08±0.06[c]
III	1 149.62±78.35	4 766.56±205.37[d]	43.06±0.91[d]	200.26±8.24[b]	4.70±0.15[a]
IV	1 155.31±65.92	4 522.01±196.45[cd]	40.08±3.96[cd]	173.22±4.22[a]	4.76±0.12[a]
V	1 145.68±68.27	4 229.32±187.12[bc]	36.71±0.91[bc]	177.86±2.70[ab]	5.01±0.02[bc]
VI	1 147.55±78.62	4 114.43±190.65[ab]	35.32±1.24[ab]	173.76±23.97[a]	4.83±0.06[ab]
P 值 P-value	0.835	0.002	0.002	0.024	0.005

同列数据肩标相同小写字母或无字母表示差异不显著(P>0.05)，相邻小写字母表示差异显著(P<0.05)，相间小写字母表示差异极显著(P<0.01)。下表同。

In the same column, values with the same small or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with adjacent small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), and with alternate small letter superscripts mean significant difference (P<0.01). The

same as below.

2.2　饲粮碘添加水平对五龙鹅屠宰性能的影响

由表 3 可知，随着饲粮碘添加水平的增加，5~16 周龄五龙鹅的屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率均呈先升高后降低趋势，且均以III组最高。III组的屠宰率、半净膛率、全净膛率均极显著高于I组($P<0.01$)，分别提高了 6.5%、5.59%、4.21%。III组的胸肌率显著高于I、IV、V、VI组($P<0.05$)。III组的腿肌率显著高于I、II、VI组($P<0.05$)，极显著高于V组($P<0.01$)。随着饲粮碘添加水平的增加，5~16 周龄五龙鹅的腹脂率先降低后增高；IV组的腹脂率最低，极显著低于I、II 组($P<0.01$)，显著低于VI组($P<0.05$)。

表 3　饲粮碘添加水平对五龙鹅屠宰性能的影响

Table 3　Effects of dietary iodine supplemental level on slaughter performance of *Wulong* geese　%

组别 Groups	屠宰率 Dressing percentage	半净膛率 Percentage of half-eviscerated yield	全净膛率 Percentage of eviscerated yield	腹脂率 Percentage of abdominal fat	胸肌率 Percentage of breast muscle	腿肌率 Percentage of leg muscle
I	81.20±2.91[a]	77.58±2.60[a]	71.63±2.46[a]	1.46±0.18[d]	11.91±1.06[a]	11.24±1.34[ab]
II	82.00±3.74[ab]	78.96±2.84[ab]	71.97±1.32[a]	1.39±0.07[cd]	12.23±1.10[ab]	11.29±0.45[ab]
III	87.70±3.75[c]	83.17±1.75[d]	75.84±1.28[c]	1.21±0.13[ab]	13.19±0.81[b]	12.57±0.48[c]
IV	85.53±2.02[c]	82.36±1.58[cd]	74.47±1.16[bc]	1.19±0.12[a]	12.04±0.61[a]	11.80±0.89[bc]
V	84.15±2.57[ab]	80.87±2.03[bcd]	72.11±1.76[a]	1.26±0.07[abc]	11.32±0.64[a]	10.54±1.08[a]
VI	83.25±2.43[ab]	80.10±2.11[abc]	72.95±1.54[ab]	1.36±0.15[bcd]	11.24±0.87[a]	11.10±1.06[ab]
P 值 *P*-value	0.008	0.001	0.001	0.003	0.006	0.019

2.3.　饲粮碘添加水平对五龙鹅养分利用率的影响

由表 4 可知，饲粮碘添加水平对 5~16 周龄五龙鹅的养分利用率均有显著影响($P<0.05$)。III组的粗蛋白质利用率最高，极显著高于I、II、VI组($P<0.01$)，分别提高了 2.06%、2.41%、2.79%；显著高于V组($P<0.05$)，提高了 1.84%，与IV组差异不显著($P>0.05$)。III组的粗脂肪、粗灰分利用率均最高，极显著高于I、VI组($P<0.01$)，显著高于V组($P<0.05$)，与II、IV组差异不显著($P>0.05$)。随着饲粮碘添加水平的增加，钙、磷、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维利用率均呈先升高后降低的趋势，且均以III组最高。III组的钙利用率极显著高于I组($P<0.01$)，提高了 2.39%；显著高于VI组($P<0.05$)，提高了 2.00%，与其他各组差异均不显著($P>0.05$)。III组的磷利用率极显著高于VI组($P<0.01$)，提高了 2.71%；显著高于I、V组($P<0.05$)，分别提高了 2.06%、1.99%，与其他各组差异不显著($P>0.05$)。III组的中性洗涤纤维利用率显著高于I组($P<0.05$)，提高了 2.39%，与其他各组差异均不显著($P>0.05$)。III组的酸性洗涤纤维利用

率极显著高于I、VI组($P<0.01$)，分别提高了 2.10%、2.33%；显著高于V组($P<0.05$)，提高了 1.98%，与其他各组差异均不显著($P>0.05$)。

表 4　饲粮碘添加水平对五龙鹅养分利用率的影响

Table 4　Effects of dietary iodine supplemental level on nutrient utilization of *Wulong* geese　%

组别 Groups	粗蛋白质 CP	粗脂肪 EE	粗灰分 Ash	钙 Ca	磷 P	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF
I	63.33±0.39^{a}	64.80±0.92^{a}	16.52±0.44^{a}	42.41±0.70^{a}	36.28±0.92^{ab}	44.43±0.47^{a}	26.56±0.68^{ab}
II	62.98±0.48^{a}	66.35±1.01^{bc}	17.78±0.40^{bc}	43.71±0.62^{bcd}	37.03±0.66^{abc}	45.82±0.51^{ab}	27.57±0.38^{bcd}
III	65.39±1.09^{c}	67.09±0.66^{c}	18.56±0.92^{c}	44.85±0.37^{cd}	38.34±1.08^{c}	46.82±1.07^{b}	28.66±0.74^{d}
IV	64.37±0.61^{bc}	66.53±0.75^{bc}	17.71±0.30^{bc}	43.96±0.79^{d}	37.42±0.57^{bc}	46.47±0.93^{b}	27.73±0.65^{cd}
V	63.55±0.89^{ab}	65.26±0.25^{ab}	16.80±0.68^{ab}	42.95±0.56^{abc}	36.35±0.62^{ab}	45.77±1.50^{ab}	26.68±0.38^{abc}
VI	62.60±0.32^{a}	64.70±0.74^{a}	16.23±0.64^{a}	42.58±0.74^{ab}	35.63±0.71^{a}	45.04±0.27^{ab}	26.33±0.61^{a}
P 值 *P*-value	0.001	0.009	0.004	0.004	0.015	0.045	0.003

2.4　饲粮碘添加水平对五龙鹅氮代谢的影响

由表 5 可知，III组的食入氮最高、排泄物氮最低，但各组之间差异均不显著($P>0.05$)。随着饲粮碘添加水平的增加，沉积氮和沉积效率呈先增高后降低的趋势，III组的沉积氮和沉积效率最高，均极显著高于I组($P<0.01$)，显著高于II、VI组($P<0.05$)，与其他各组差异不显著($P>0.05$)。

表 5　饲粮碘添加水平对五龙鹅氮代谢的影响

Table 5　Effects of dietary iodine supplemental level on nutrient utilization of *Wulong* geese

组别 Groups	食入氮 Nitrogen intake/(g/d)	排泄物氮 Nitrogen excretion from excrement/(g/d)	沉积氮 Deposit nitrogen/(g/d)	沉积效率 Deposition efficiency/%
I	2.96±0.15	1.12±0.08	1.84±0.07^{a}	62.09±0.82^{a}
II	2.97±0.05	1.10±0.06	1.87±0.03^{ab}	62.91±0.96^{ab}
III	3.12±0.09	1.09±0.06	2.02±0.04^{c}	64.87±1.03^{c}
IV	3.06±0.17	1.11±0.08	1.95±0.10^{bc}	63.66±0.61^{bc}
V	3.06±0.04	1.10±0.03	1.95±0.02^{bc}	63.90±0.39^{bc}
VI	3.02±0.03	1.13±0.01	1.90±0.02^{ab}	62.81±0.04^{ab}
P 值 *P*-value	0.451	0.981	0.014	0.008

3　讨　论

3.1　饲粮碘添加水平对五龙鹅生长性能的影响

碘在动物体内最主要的作用就是合成甲状腺激素，广泛参与体内物质代谢，从而影响动物的生长发育和繁殖。饲粮中添加适量的碘能提高动物生长性能，但各种动物因其本身年龄及生长、生产状态不同而对碘的需要量不同。呙于明等[5]研究发现，肉仔鸡玉米-豆粕型饲粮中碘的适宜添加水平为 0.70 mg/kg。Stanley 等[11]报道，在饮水中添加低水平的碘可改善蛋鸡和肉鸡的生长性能。本试验结果表明，随着饲粮碘添加水平的增加，各组鹅的 ADG、ADFI 呈先升高后降低趋势，并且在饲粮碘添加水平为 0.30 mg/kg 时最高；而 F/G 则先降低后增高，在饲粮碘添加水平为 0.30 mg/kg 时最低。上述结果表明，5~16 周龄五龙鹅饲粮中碘添加水平为 0.30 mg/kg 时，可显著提高鹅的 ADG 和 ADFI，降低 F/G。本课题组前期试验也发现，1~4 周龄五龙鹅饲粮中添加适宜水平的碘，可显著提高其生长性能和屠宰性能，改善机体的抗氧化性能[10]。这说明适量的碘可通过促进机体甲状腺激素的合成，进一步促进机体组织分化、生长发育和成熟，提高了 ADG 和 ADFI，同时也可以促进体内的生物抗氧化作用，对动物的健康、生长和繁殖均产生有利作用。

3.2　饲粮碘添加水平对五龙鹅屠宰性能的影响

碘缺乏可导致甲状腺肿大，体内甲状腺激素的合成受阻，影响机体的物质代谢和能量代谢，导致组织器官发育不良，屠宰性能降低。有关碘对动物屠宰性能的影响报道较少，且试验结果不一致。Meyer 等[12]研究发现，饲粮中添加不同水平碘对生长肥育牛的日增重以及屠宰性能没有显著影响。申垒等[9]研究表明，饲粮中添加碘对獭兔的全净膛率、背腰肌肉率和肌肉品质无显著影响。本试验结果表明，饲粮中添加 0.30 mg/kg 碘可极显著提高五龙鹅半净膛率、全净膛率、胸肌率，显著提高屠宰率和腿肌率。这可能与动物种类、生产类型、饲养环境条件等不同有关，从而导致试验结果存在一定差异，碘对畜禽屠宰性能的影响还有待于进一步研究。本试验条件下，建议 5~16 周龄五龙鹅碘适宜添加水平为 0.30 mg/kg，此添加量水平时屠宰性能最佳。

3.3　饲粮碘添加水平对五龙鹅养分利用率和氮代谢的影响

碘的主要功能是参与甲状腺激素合成，调节机体代谢和维持体内热平衡，对动物生长、繁殖、红细胞生成和血液循环等具有调控作用，体内一些特殊蛋白质的代谢均与甲状腺激素有关[13]。本试验结果表明，饲粮中添加 0.30 mg/kg 碘可提高粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分等营养物质的利用率，提高了氮沉积，表明添加适宜的碘通过增强甲状腺激素的合成，促进了

体内物质代谢和蛋白质合成。赵中石[14]研究发现，甲状腺激素可以使细胞核 RNA 聚合酶的活性升高，RNA 的合成增加导致蛋白质增加，从而使体内参与有关代谢的酶活性提高。何生虎等[15]试验表明，肉仔鸡饲粮中添加适宜水平（0.45 mg/kg）碘，可显著提高肉鸡 ADG 和饲料利用率，也与本试验结果一致。这表明动物饲粮中补充碘以后，促进了蛋白质的合成和营养物质的吸收利用，提高了养分利用率。

4 结 论

饲粮中添加碘可提高五龙鹅的生长性能、屠宰性能和养分利用率，5~16 周龄五龙鹅饲粮中碘的适宜添加水平为 0.30 mg/kg。

参考文献：

[1] 晏家友.微量元素碘对畜禽的营养功能[J].科学种养,2013(11):45.

[2] 李琍,丁角立.家禽的碘营养研究进展[J].国外畜牧科技,1996,23(2):9–11.

[3] 王宗元.动物营养代谢病和中毒病学[M].北京:中国农业出版社,1997.

[4] 呙于明,李志伟,周毓平.肉仔鸡的硒碘营养互作关系[J].中国农业大学学报,1999,4(1):97–101.

[5] 呙于明,张丞.肉仔鸡日粮中碘适宜添加量的研究[J].中国饲料,1998(5):35.

[6] 许斌,韩博,梁俭,等.奶牛碘缺乏症及其防治试验[J].畜牧与兽医,2000,32(1):13–15.

[7] 刘汉中,麻名文,李鑫,等.日粮碘添加水平对断奶至 2 月龄生长肉兔生长性能和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2010,22(4):1076–1080.

[8] 杨国忠,孙全文,吴占福,等.饲粮碘水平对肉兔生产性能的影响[J].动物医学进展,2007,28(11):50–53.

[9] 申垒,刘公言,左文山,等.饲粮碘添加水平对生长獭兔生长性能、屠宰性能、肌肉品质和皮张质量的影响[J].动物营养学报,2018,30(1):156–162.

[10] 李星晨,王宝维,王福香,等.碘对 1~4 周龄五龙鹅生长性能、屠宰性能和血清抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(4):1084–1089.

[11] STANLEY V G,BAILEY J E,KRUEGER W F.Effect of Iodine-treated water on the performance of broiler chickens reared under various stocking densities[J].Poultry Science,1989,68(3):435–437.

[12] MEYER U,WEIGEL K,SCHÖNE F.Effect of dietary iodine on growth and iodine status of growing fattening bulls[J].Livestock Science,2008,115(2/3):219–225.

[13] 周安国,陈代文.动物营养学[M].3 版.北京:中国农业出版社,2011.

[14] 赵中石.甲状腺激素作用机理[J].地方病译丛,1981(4):5–11.

[15] 何生虎,杨春生,朱秀春,等.AA 肉仔鸡碘缺乏症的研究[J].宁夏农学院学报,1996,17(2):44–49.

Effects of Dietary Iodine Supplemental Level on Growth Performance, Slaughter Performance, Nutrient Utilization and Nutrient Utilization of *Wulong* Geese [2]

XU Yanhong[1] LI Xingchen[1] WANG Baowei[2] GE Wenhua[2] WANG Xiaowei[3] LI Wenli[1,2*]

(1. *College of Animal Science and Technology, Qingdao Agricultural University, Qingdao* 266109, *China*; 2. *Institute of High Quality Waterfowl, Qingdao Agricultural University, Qingdao* 266109, *China*; 3. *Laiyang Bureau of Animal Husbandry in Shandong Province, Laiyang* 265200, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary iodine supplemental level on growth performance, slaughter performance, nutrient utilization and nutrient utilization of *Wulong* geese, and to determine the suitable dietary iodine supplemental level of *Wulong* geese. A total of 360 four-weeks-old healthy *Wulong* geese were randomly divided into 6 groups with 6 replicates per group and 10 geese per replicate. Geese in group I (control group) were fed a basal diet without iodine supplementation, and the others in the experimental groups (groups Ⅱ to Ⅵ) were fed experimental diets supplemented with 0.15, 0.30, 0.60, 1.20 and 2.40 mg/kg iodine, respectively. The experiment lasted for 12 weeks. The results showed as follows: 1) the average daily gain of group III was significantly higher than that of groups I, II, V and VI (P<0.05 or P<0.01), the average daily feed intake of group III was significantly higher than that of groups I, II, IV and VI (P<0.05), the feed to gain ratio of group III was significantly lower than that of groups I, II and V (P<0.05 or P<0.01). 2) the dressing percentage, percentage of half-eviscerated yield, percentage of eviscerated yield of group III were significantly higher than those of group I

*Corresponding author, professor, E-mail: wlli@qau.edu.cn （责任编辑 武海龙）

($P<0.01$), the percentage of breast muscle of group III was significantly higher than that of groups I, IV, IV and VI ($P<0.05$), the percentage of leg muscle of group III was significantly higher than that of groups I, II, V and VI ($P<0.05$ or $P<0.01$), the percentage of abdominal fat of group III was significantly lower than that of groups I, Ⅱ and VI ($P<0.05$ or $P<0.01$). 3) The crude protein utilization of group III was significantly higher than that of groups I, II, V and VI ($P<0.05$ or $P<0.01$), the ether extract and crude ash utilizations of group III were significantly higher than those of groups I, V and VI ($P<0.05$ or $P<0.01$), the calcium utilization of group III was significantly higher than that of groups I and VI ($P<0.05$ or $P<0.01$), the phosphorus utilization of group Ⅲ was significantly higher than that of groups Ⅰ, Ⅴ and Ⅵ ($P<0.05$ or $P<0.01$), the neutral detergent fiber utilization of group Ⅲ was significantly higher than that of group Ⅰ ($P<0.05$), the acid detergent fiber utilization of group Ⅲ was significantly higher than that of groups Ⅰ, Ⅴ and Ⅵ ($P<0.05$ or $P<0.01$). 4) The deposit nitrogen and deposition efficiency were significantly higher than those of groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅵ ($P<0.05$ or $P<0.01$). In conclusion, dietary addition of iodine can improve the growth performance, slaughtering performance and nutrient utilization of *Wulong* geese, the suitable dietary iodine supplemental level of *Wulong* geese aged from 5 to 16 weeks is 0.30 mg/kg.

Key words: iodine; geese; growth performance; slaughter performance; nutrient utilization